

明 細 書

送信装置及び無線通信装置

技術分野

[0001] 本発明は、特にポーラ変調方式を用いた送信装置及び無線通信装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、包絡線変動成分を含む変調信号を増幅する高周波電力増幅器には、包絡線変動成分を線形に増幅するためにA級またはAB級の線形増幅器が用いられてきた。このような線形増幅器は、線形性には優れている反面、常時直流バイアス成分に伴う電力を消費しているために、C級ないしE級等の非線形増幅器に比べて電力効率が低い。このため、このような高周波電力増幅器を、電池を電源とする携帯型の無線機に適用した場合、高周波電力増幅器の電力消費量が多いため使用時間が短くなってしまう事情があった。また、大電力の送信装置を複数設置する無線システムの基地局装置に適用した場合においては、装置の大型化や発熱量の増大を招いてしまう事情があった。

[0003] そこで、高効率の送信装置として、ポーラ変調方式を用いた送信装置が提案されている。図1に示すように、ポーラ変調方式を用いた送信装置は、振幅位相分離部10と、振幅変調信号増幅器11と、周波数シンセサイザ12と、非線形増幅器である高周波電力増幅器13とを有する。

[0004] 振幅位相分離部10はベースバンド変調信号S1を入力し、これをベースバンド振幅変調信号S2とベースバンド位相変調信号S3に分離する。ベースバンド振幅変調信号S2は振幅変調信号増幅器11を介して高周波電力増幅器13の電源電圧として非線形の高周波電力増幅器13に供給される。ベースバンド位相変調信号S3は周波数シンセサイザ12に入力される。周波数シンセサイザ12はベースバンド位相変調信号S3で搬送波信号を位相変調することにより高周波位相変調信号S4を得、これを高周波電力増幅器13に送出する。これにより、高周波電力増幅器13は、ベースバンド振幅変調信号S2に応じた電源電圧で高周波位相変調信号S4を増幅し、これを送信出力信号S5として出力する。

[0005] 次に、このポーラ変調方式を用いた送信装置の動作を説明する。まず、ベースバンド変調信号S1を $S_i(t)$ とすると、 $S_i(t)$ は次式で表すことができる。

[数1]

$$S_i(t) = a(t) \exp[j\phi(t)] \quad \cdots \cdots \cdots (1)$$

ここで、 $a(t)$ は振幅データ、 $\exp[j\phi(t)]$ は位相データをそれぞれ示す。

[0006] 振幅位相分離部10により $S_i(t)$ から振幅データ $a(t)$ と位相データ $\exp[j\phi(t)]$ が抽出される。ここで、振幅データ $a(t)$ はベースバンド振幅変調信号S2に、位相データ $\exp[j\phi(t)]$ はベースバンド位相変調信号S3に、それぞれ対応する。振幅データ $a(t)$ は振幅変調信号増幅器11で増幅されて高周波電力増幅器13に与えられる。これにより、高周波電力増幅器13の電源電圧値が振幅データ $a(t)$ に基づいて設定される。

[0007] 周波数シンセサイザ12は搬送波角周波数 ω_c を位相データ $\exp[j\phi(t)]$ で変調した高周波位相変調信号S4を生成し、これが高周波電力増幅器13に入力される。ここで、高周波位相変調信号S4を S_c とすると、 S_c は次式で表すことができる。

[数2]

$$S_c = \exp[j\{\omega_c \times t + \phi(t)\}] \quad \cdots \cdots \cdots (2)$$

[0008] そして、高周波電力増幅器13に非線形増幅器を用いることで、この高周波電力増幅器13の電源電圧値 $a(t)$ と周波数シンセサイザ12の出力信号とを掛け合わせた信号が高周波電力増幅器13の利得Gだけ増幅された送信出力信号S5が得られる。ここで、送信出力信号S5をRF信号 S_{rf} とすると、RF信号 S_{rf} は次式で表すことができる。

[数3]

$$S_{rf} = G a(t) S_c = G a(t) \exp[j\{\omega_c \times t + \phi(t)\}] \quad \cdots \cdots \cdots (3)$$

[0009] 高周波電力増幅器13に入力される信号は、振幅方向の変動成分を持たない位相変調信号であるため定包絡線信号となる。したがって、高周波電力増幅器13として効率の良い非線形増幅器を使用できるので、高効率の送信装置を提供することができる。この種のポーラ変調を用いた技術は、例えば特許文献1や特許文献2に記載されている。

特許文献1:特許第3207153号公報

特許文献2:特開2001-156554号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0010] しかしながら、ポーラ変調方式を用いた従来の送信装置にあっては、高周波電力増幅器13の出力電力を制御する場合、高周波電力増幅器13は非線形増幅器のため入力信号に対して出力信号は線形に変化しない。したがって、送信電力制御信号(以下これを利得制御信号と呼ぶ)による平均信号レベルの制御も、ベースバンド振幅変調信号による瞬時振幅制御と同様に電源電圧を変化させて行う必要がある。この場合、出力電力の制御範囲がリーク電力や電源電圧に対するトランジスタの動作限界等によって制限されるという事情があった。

[0011] 本発明の目的は、電力効率が良好で、かつ送信出力電力の制御範囲が広い送信装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0012] かかる課題を解決するため本発明の送信装置の一つの態様においては、ポーラ変調方式を用いた送信装置であって、ベースバンド変調データをベースバンド振幅変調信号とベースバンド位相変調信号に分離する振幅位相分離部と、前記ベースバンド位相変調信号に基づいて高周波搬送波信号を変調して高周波位相変調信号を形成する位相変調部と、前記位相変調部の後段側に設けられ、前記高周波位相変調信号を増幅する可変利得増幅部と、前記可変利得増幅部の後段側に設けられ、前記可変利得増幅部によって増幅された高周波位相変調信号の電力を増幅する高周波電力増幅器と、を具備し、前記可変利得増幅部は、前記ベースバンド振幅変調信号をリニア-log変換するリニア-log変換回路と、前記リニア-log変換されたベースバンド振幅変調信号と、利得制御信号とに基づいて、前記高周波位相変調信号を増幅する可変利得増幅器と、を具備する構成を採る。

[0013] この構成によれば、可変利得増幅部を設けたので、高周波位相変調信号の増幅処理を全て高周波電力増幅器に受け持たせる場合と比較して、高周波電力増幅器と可変利得増幅部との増幅処理の組み合わせによって、高周波電力増幅器の性能を

加味した増幅処理を行うことができ、ダイナミックレンジの広い送信出力電力を得ることができるようになる。つまり、可変利得増幅部の利得を制御することで、高周波電力増幅器に入力させる高周波位相変調信号のレベルを制御することにより、リーク電力を低減させることが可能となる。この結果、高周波電力増幅器において、電源電圧による出力電力の制御範囲を拡大させることができる。

- [0014] 加えて、可変利得増幅部を、ベースバンド振幅変調信号をリニア- \log 変換するリニア- \log 変換回路と、リニア- \log 変換されたベースバンド振幅変調信号と、利得制御信号とに基づいて、高周波位相変調信号を増幅する可変利得増幅器と、を備える構成としたので、高周波位相変調信号に対する、利得制御信号による平均信号レベル制御と、ベースバンド振幅変調信号に基づく瞬時振幅制御の両方を、可変利得増幅器によって行うことができるようになり、高周波位相変調信号を増幅する信号ライン上の構成を簡単化できる。例えば、可変利得増幅器を複数段設ける、又は同一の可変利得増幅器を共用する、といった簡易な構成で、利得制御信号に基づく平均信号レベルの制御と、ベースバンド振幅変調信号に基づく瞬時振幅変動の両方を、高周波位相変調信号に付与することができるようになる。
- [0015] 本発明の送信装置の一つの態様においては、可変利得増幅部は、リニア- \log 変換回路によってリニア- \log 変換されたベースバンド振幅変調信号と、利得制御信号とを加算する加算回路を、さらに具備し、可変利得増幅器は、加算回路による加算後の信号に基づいて、高周波位相変調信号を増幅する構成を採る。
- [0016] この構成によれば、平均信号レベル制御と瞬時振幅制御を同一の可変利得増幅器で行うことができるようになるので、そのぶん可変利得増幅器の段数を減らすことができ、回路規模を削減できる。
- [0017] 本発明の送信装置の一つの態様においては、高周波電力増幅器に、ベースバンド振幅変調信号及び利得制御信号に応じた電源電圧または所定の固定電源電圧を、第1及び第2の動作モードに応じて選択的に供給する電源電圧供給部を、さらに具備し、第1の動作モード時には、高周波電力増幅器にベースバンド振幅変調信号及び利得制御信号に応じて変化させた電源電圧を供給して高周波電力増幅器を非線形増幅器として動作させることにより、高周波電力増幅器によって、ベースバンド振幅

変調信号及び利得制御信号に応じた振幅変調を行い、第2の動作モード時には、高周波電力増幅器に固定電源電圧を供給して高周波電力増幅器を線形増幅器として動作させ、可変利得増幅部によって、ベースバンド振幅変調信号及び利得制御信号に応じた振幅変調を行う構成を採る。

[0018] この構成によれば、第1の動作モード時(例えば高レベルの送信出力電力を得る場合)には、高周波電力増幅器を非線形増幅器として動作させることで、電力効率を著しく高めることができる。また第2の動作モード時(例えば低レベルの送信出力電力を得る場合)には、高周波電力増幅器を線形増幅器として動作させつつ、可変利得増幅部でベースバンド振幅変調信号及び利得制御信号による振幅制御を行う。この結果、高周波電力増幅器による電力効率を高く保ちつつ、高周波位相変調信号に対して、広いレベルに亘って、利得制御信号による平均信号レベル制御とベースバンド振幅変調信号による瞬時振幅制御とを良好に施すことができるようになる。

[0019] 本発明の無線通信装置の一つの態様においては、上記いずれかの送信装置を有する送信処理部と、受信信号を復調する受信処理部と、アンテナと、送信処理部からアンテナへの送信信号の供給とアンテナから受信処理部への受信信号の供給とを切り替える送受切替部とを具備する構成を採る。

[0020] この構成によれば、送信装置の電力効率が高いため、搭載している電池電源の使用時間を延ばすことができると共に、送信装置の高周波電力増幅器を小型にできるため、無線通信装置の一層の小型化を図ることができる。また、送信装置の送信出力電力の制御範囲が広いため、通信環境に応じてより高品質の送信信号を形成することもでき、通信品質も改善できる。

発明の効果

[0021] このように本発明によれば、電力効率が良好で、かつ送信出力電力の制御範囲が広い送信装置及び無線通信装置を実現することができる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]従来の送信装置の構成例を示すブロック図

[図2]本発明の実施の形態1に係る送信装置の概略構成を示すブロック図

[図3]可変利得増幅器の構成例を示す接続図

[図4]図1に示した高周波電力増幅器を非線形増幅器として用いた場合の回路構成を示す図

[図5]図1に示した高周波電力増幅器を非線形増幅器として用いた場合の動作を説明する図

[図6]実施の形態2の可変利得増幅部の構成を示すブロック図

[図7]本発明の送信装置を搭載した無線通信装置の構成を示すブロック図

発明を実施するための最良の形態

[0023] 以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

[0024] (実施の形態1)

図2は、本発明の実施の形態を説明するための送信装置の概略構成を示すブロック図である。送信装置100は、ベースバンド変調信号S1をポーラ変調方式を用いて送信するようになっている。

[0025] 送信装置100は、ベースバンド変調信号S1を振幅位相分離部101に入力する。振幅位相分離部101はベースバンド変調信号S1をベースバンド振幅変調信号S2とベースバンド位相変調信号S3に分離する。

[0026] ベースバンド振幅変調信号S2は掛算器102に入力される。掛算器102はベースバンド振幅変調信号S2と利得制御信号S12を掛け算し、掛算結果をスイッチ103の端子aに送出する。またスイッチ103の端子bには直流電圧値S11が与えられており、スイッチ103はモード切換信号S10に応じて、利得が掛けられたベースバンド振幅変調信号S2又は直流電圧値S11を続く振幅変調信号増幅器104に出力する。振幅変調信号増幅器104は、スイッチ103から入力された信号から、高周波電力増幅器105の電源電圧を生成し、これを高周波電力増幅器105に供給する。ここで、振幅変調信号増幅器104は電源電圧をベースバンド振幅変調信号S2のレベルに応じて高効率に変化させるために、パルス幅で振幅情報を表すD級増幅器を用いることが好ましい。

[0027] これにより、送信装置100においては、高周波電力増幅器105に、利得制御されたベースバンド変調信号S2に基づく電源電圧を供給するか、または直流電圧値S11に基づく固定電源電圧を供給するかを、モード切換信号S10に応じて選択すること

ができるようになる。すなわち、モード切換信号S10に応じて、高周波電力増幅器105を非線形動作させるか、または線形動作させるかを選択できるようになる。すなわち、スイッチ103は、高周波電力増幅器105に、ベースバンド振幅変調信号S2に応じた電源電圧、または所定の固定電源電圧を選択的に供給する電源電圧供給部として機能する。

- [0028] 一方、ベースバンド位相変調信号S3は先ず周波数シンセサイザ106に入力される。周波数シンセサイザ106は、搬送波周波数をベースバンド位相変調信号S3で位相変調することにより高周波位相変調信号S4を得、これを可変利得増幅部201に送出する。
- [0029] 可変利得増幅部201は、2つの可変利得増幅器202、203と、リニア－log変換部206と、ディジタル－アナログ変換回路(D/A)204、207と、ローパスフィルタ(LPF)205、208とを有する。
- [0030] 可変利得増幅部201は、スイッチ111から出力されたベースバンド振幅変調信号S2をリニア－log変換部206に入力する。リニア－log変換部206は、ベースバンド振幅変調信号S2をlog変換して出力する。このリニア－log変換の仕方については詳述しないが既知のディジタル信号処理回路により容易に実現できる。log変換されたベースバンド振幅変調信号は、ディジタル－アナログ変換回路(D/A)207及びローパスフィルタ(LPF)208を介して可変利得増幅器203の利得制御信号として可変利得増幅器203に入力される。
- [0031] また可変利得増幅部201は、利得制御信号S21をディジタル－アナログ変換回路(D/A)204及びローパスフィルタ(LPF)205を介して可変利得増幅器202の利得制御信号として可変利得増幅器202に与える。
- [0032] 利得制御信号S21は利得制御信号S12に加算器110によって利得オフセット信号S20ぶんだけオフセットを加えたものである。この利得オフセット信号S20は、高周波電力増幅器105を飽和動作あるいはスイッチング動作領域の非線形増幅器として動作させるのに適したレベルの信号を得ることができるように可変利得増幅器202に対して設定されるものである。可変利得増幅器202は、利得制御信号S21に応じて高周波位相変調信号S4を増幅し、増幅後の信号を可変利得増幅器203に送出する。

- [0033] リニア- \log 変換部206には、スイッチ111を介して、ベースバンド振幅変調信号S2又は下限値制限回路112によって下限値が制限されたベースバンド振幅変調信号S2のいずれかが入力される。なお、下限値制限回路112は、ベースバンド振幅変調信号S2の振幅変動の下限値を制限する。これにより、可変利得増幅器203は、下限値制限されたベースバンド振幅変調信号S2又は下限値制限されないベースバンド振幅変調信号S2のいずれかに基づいて可変利得増幅器202の出力信号に対して振幅変調を行い高周波電力増幅器105に送出する。
- [0034] 高周波電力増幅器105は、可変利得増幅部201から出力された高周波位相変調信号を、振幅変調信号増幅器104から供給された電源電圧値を用いて増幅することにより、送信出力信号S30を得る。
- [0035] 次に、送信装置100の動作を説明する。図2において、高周波電力増幅器105の動作モードは、たとえば、無線基地局から送信装置100への送信電力レベル指定、あるいは送信装置100の受信信号の状態に基づく送信電力レベルに応じて決定される。
- [0036] 送信出力信号S30のレベルを大きくする場合は、高周波電力増幅器105が非線形増幅器となる動作モードが電力効率の観点から望ましい。一方、送信出力信号S30のレベルが低くなり高周波電力増幅器105が非線形増幅器として動作可能な範囲から外れる場合には、高周波電力増幅器105を線形増幅器として動作させた方が望ましい。
- [0037] この点に着目し、送信装置100では、モード切換信号S10を用意し、高周波電力増幅器105の動作モードを非線形増幅器として動作させるモードと、線形増幅器として動作させるモードとで切り換える。モード切換信号S10は、所望の送信電力レベルと高周波電力増幅器105の特性とに基づいて設定される。
- [0038] なお、送信装置100に入力されるモード切換信号S10、直流電圧値S11、利得制御信号S12、利得オフセット信号S20は、たとえば、図示しない制御部により設定される。
- [0039] 図2のスイッチ103、111の接続は、送信出力信号S30のレベルが比較的大きい場合を示すものである。先ずこの送信出力信号S30のレベルが比較的大きい場合につ

いて説明する。この場合、高周波電力増幅器105は飽和動作あるいはスイッチング動作領域の非線形増幅器として動作する。この場合には、高周波電力増幅器105で高周波位相変調信号の振幅変調が行われる。具体的には、モード切換信号S10によりスイッチ103の端子aと端子cが接続されることにより、スイッチ103の端子cから出力されたベースバンド振幅変調信号S2と利得制御信号S12の掛算値が、振幅変調信号増幅器104で増幅されてから高周波電力増幅器105の電源電圧として高周波電力増幅器105に印加される。この結果、高周波電力増幅器105が振幅変調動作する。

[0040] 一方、高周波位相変調信号S4については、送信出力信号S30のレベルが比較的大きい場合、モード切換信号S10によりスイッチ111の端子aと端子cが接続される。この結果、下限値制限回路112によってベースバンド振幅変調信号S2の振幅変動の下限値を制限された信号が、スイッチ111を介して可変利得増幅部201のリニア—log変換部206に入力される。これによって、下限値制限されたベースバンド振幅変調信号S2に基づいて可変利得増幅器202の出力信号に対して可変利得増幅器203で振幅変調が行われ、高周波電力増幅器105に送出される。

[0041] ここで、一般に可変利得増幅器は、入力—出力間の電圧利得 V_{out}/V_{in} が利得制御信号の指数関数となる。これを考慮して、この実施の形態では、ベースバンド振幅変調信号S2をリニア—log変換部206でlog変換してから可変利得増幅器203の利得制御信号として供給することにより、可変利得増幅器203をベースバンド振幅変調信号S2に対して線形動作させるようになされている。換言すれば、リニア—log変換部206を設けたことにより、可変利得増幅器203を用いて、高周波位相変調信号S4とベースバンド振幅変調信号S2との掛算を実現できるようになる。

[0042] このように、可変利得増幅器203によってベースバンド振幅変調信号S2を利得とする掛算を行うようにしたことにより、利得制御信号S12による平均信号レベル制御と、ベースバンド振幅変調信号S2による瞬時振幅制御とを、同様の構成の可変利得増幅器を用いて行うことができるようになる。これにより、増幅器の製造が容易になる。

[0043] また、本発明の可変利得増幅部は、実際には、図2のように単純に2つのブロックに分かれた構成となっているのではなく、例えば3つの従属接続された可変利得増幅

器の2つを平均信号レベルを制御するための可変利得増幅器202として用い、残りの1つを瞬時振幅制御を行うための可変利得増幅器203として用いるようになる。この場合、本実施の形態のように、平均信号レベルの制御と瞬時振幅の制御を同様の可変利得増幅器に行うことができると、仕様に応じて、各制御に割り当てる可変利得増幅器の個数を容易に変更できるようになる。この結果、汎用性が増し、使い勝手も向上する。

- [0044] 図3に、可変利得増幅器の構成例を示す。図中、 V_{in} は差動入力信号、 V_{out} は差動出力信号、 V_d は(差動)利得制御信号、 V_{cc} は電源電圧を示す。 R_E はエミッタ抵抗、 R_L は負荷抵抗である。差動入力信号 V_{in} が入力される入力端子に接続されたトランジスタ $TR5$ 、 $TR6$ はエミッタ接地されており、コレクタに差動電流 $G_m \cdot V_{in}$ が流れる。ここで、 G_m は次式で表すことができる。

[数4]

$$G_m = \frac{1}{\frac{V_T}{I_{CO}} + R_E} \quad \dots\dots\dots (4)$$

- [0045] さらに利得制御信号 V_d が入力される入力端子に接続されたトランジスタ $Tr1$ 、 $Tr2$ 、 $Tr3$ 、 $Tr4$ によって、この電流が V_d に応じて分割され、負荷抵抗 R_L で電圧降下が発生する。その結果、入出力の関係は次式のように表すことができる。

[数5]

$$\frac{v_{out}}{v_{in}} = \frac{R_L}{\frac{V_T}{I_{CO}} + R_E} \cdot \frac{1}{1 + \exp\left(-\frac{v_d}{V_T}\right)} \quad \dots\dots\dots (5)$$

- [0046] $V_d = -\infty$ のときは、負荷抵抗 R_L が繋がっていない方(I_{x0} の方)に全電流が流れてしまうので、次式となる。

[数6]

$$\frac{v_{out}}{v_{in}} = 0 \quad \dots\dots\dots (6)$$

- [0047] 逆に $V_d = +\infty$ のときは、負荷抵抗 R_L が繋がっている方(I_{L0} の方)に全電流が流れるので、次式となる。

[数7]

$$\frac{v_{out}}{v_{in}} = \frac{R_L}{\frac{V_T}{I_{CO}} + R_E} \quad \dots\dots\dots (7)$$

[0048] また、 $V_d/V_T < -1$ (入力十分小さいとき) は、次式のように近似できる。

[数8]

$$\frac{v_{out}}{v_{in}} \approx \frac{R_L}{\frac{V_T}{I_{CO}} + R_E} \cdot \exp\left(\frac{v_d}{V_T}\right) \quad \dots\dots\dots (8)$$

[0049] すなわち入力－出力間の電圧利得 V_{out}/V_{in} (=出力振幅に比例) が利得制御信号 (または振幅制御信号) V_d の指数関数になっている (ログニアになっている)。

[0050] 本実施の形態では、リニア－log変換部206でlog変換した後に、可変利得増幅器203で指数を掛けることになるので、結果として線形となる。リニア－log変換部206で行うリニア－log変換を(5)式の逆関数にすれば、可変利得増幅器203で正確な線形増幅を行うことができる。また入力十分小さいときは、リニア－log変換部206で行うリニア－log変換を(8)式の近似式の逆関数にすれば、実用上問題ない。

[0051] 因みに、(5)式の逆関数は次式で表される。

[数9]

$$v_d = -V_T \cdot \log_e \left(\frac{R_L}{\frac{V_T}{I_{CO}} + R_E} \cdot \frac{1}{A} - 1 \right) \quad \dots\dots\dots (9)$$

ここで、Aは振幅信号を示す。

[0052] また(8)式の逆関数は次式で表される。

[数10]

$$v_d = V_T \cdot \log_e \left(\frac{\frac{V_T}{I_{CO}} + R_E}{R_L} \cdot A \right) \quad \dots\dots\dots (10)$$

[0053] このように本実施の形態によれば、リニア－log変換部206と可変利得増幅器203とを設け、ベースバンド振幅変調信号S2をlog変換し、log変換後の信号を可変利得増幅器203の利得制御信号としたことにより、ベースバンド振幅変調信号S2による瞬

時振幅変動を可変利得増幅器203で与えることができるようになる。この結果、高周波位相変調信号S4に対する、利得制御信号S12による平均信号レベルの制御とベースバンド振幅変調信号S2による瞬時振幅変動の両方を可変利得増幅器で行うことができるようになるので、高周波位相変調信号S4を増幅する信号ライン上の構成を簡単化できるとともに、汎用性を増すことができ、使い勝手も向上させることができる。

[0054] また、リニア-log変換した値をディジタル-アナログ変換して可変利得増幅器203に与えることになるので、真数をディジタル-アナログ変換する場合よりも、D/A207で必要なビット数が削減され、この結果D/A207の構成を簡単化したり、処理時間を短くすることができる。

[0055] さらに、本実施の形態においては、高周波電力増幅器105の前段側に、可変利得増幅部201を設け、第1の動作モード時には、高周波電力増幅器105にベースバンド振幅変調信号S2及び利得制御信号S12に応じて変化させた電源電圧を供給して高周波電力増幅器105を非線形増幅器として動作させることにより、高周波電力増幅器105によって、ベースバンド振幅変調信号S2及び利得制御信号S12に応じた振幅変調を行い、第2の動作モード時には、高周波電力増幅器105に固定電源電圧を供給して高周波電力増幅器105を線形増幅器として動作させ、可変利得増幅部201によって、ベースバンド振幅変調信号S2及び利得制御信号S12に応じた振幅変調を行うようにしたことにより、高周波電力増幅器105による電力効率を高く保ちつつ、高周波位相変調信号S4に対して、広いレベルに亘って、利得制御信号S12による平均信号レベル制御とベースバンド振幅変調信号S2による瞬時振幅制御とを良好に施すことができるようになる。

[0056] 以下、このことについて詳しく説明する。

[0057] 図4は非線形増幅器として用いた場合の高周波電力増幅器105の回路構成、図5は非線形増幅器として用いた場合の高周波電力増幅器105の動作を示す図である。図4に示すように、高周波電力増幅器105は、非線形増幅器120と、その入力側と出力側間に接続された寄生容量121とで表すことができる。

[0058] 図5は非線形増幅器120の電源電圧と出力電力の関係を示している。図5に示すように、非線形増幅器120では、電源電圧の二乗と出力電力とが比例する。ここで、リ

ーク電力の大きさは、寄生容量121と非線形増幅器120の入力信号のレベル(可変利得増幅部201の出力信号のレベル)とにより定まる。

- [0059] ここで、可変利得増幅部201を設けない場合について考えると、周波数シンセサイザ106の出力はほぼ一定であるからリーク電力も一定となる。その場合、送信出力信号S30のレベルを下げるためには、非線形増幅器120の電源電圧を下げればよいが、リーク電力に制限され、一定値より出力レベルを下げるできない。
- [0060] これに対して、本実施の形態では、利得制御信号S12により可変利得増幅器202の利得を制御することで、高周波電力増幅器105に入力させる高周波位相変調信号のレベルを制御したことにより、リーク電力を低減させることが可能となる。したがって、高周波電力増幅器105において、電源電圧による出力電力の制御範囲を拡大させることができる。
- [0061] さらに、可変利得増幅器203によって可変利得増幅器202の出力信号に対してベースバンド振幅変調信号S2に基づいて振幅変調を行うようにしたことにより、高周波電力増幅器105の入力レベルはベースバンド振幅変調信号S2の瞬時レベル変動に追従しかつリーク電力も低減するので、瞬時レベル変動の再現性を向上させることができる。すなわち、高周波電力増幅器105の入力を瞬時出力電力に応じて制御することができる。
- [0062] ここで、高周波電力増幅器105の入力レベルを下げすぎると、飽和動作あるいはスイッチング動作領域から外れ、電源電圧の変化に対する線形性が悪化する。そこで、この実施の形態では下限値制限回路112を設けることにより、高周波電力増幅器105の入力レベルを一定値以上に保っている。
- [0063] 次に、送信出力信号S30のレベルが比較的小さい場合について説明する。まず、スイッチ103において、モード切換信号S10により端子bと端子cとが接続される。これにより、振幅変調信号増幅器104にスイッチ103を介して直流電圧値S11が入力され、高周波電力増幅器105には振幅変調信号増幅器104から一定の電源電圧が印加される。この結果、高周波電力増幅器105は入出力関係が線形な線形増幅器として動作する。
- [0064] 一方、高周波位相変調信号S4については、送信出力信号S30のレベルが比較的

小さい場合、モード切換信号S10によりスイッチ111の端子bと端子cが接続され、下限値が制限されていないベースバンド振幅変調信号S2がリニア-log変換部206に入力され、このベースバンド振幅変調信号S2に基づいて可変利得増幅器202の出力信号に対して可変利得増幅器203で振幅変調が行われ、高周波電力増幅器105に送出される。

[0065] また、送信出力信号S30のレベルが比較的小さい場合には、利得オフセット信号S20はゼロに設定され、可変利得増幅器202には、オフセットされていない利得制御信号S21が入力される。高周波電力増幅器105は、振幅変調信号増幅器104から供給された固定電源電圧の基で可変利得増幅器203の出力を線形増幅して、送信出力信号S30を得る。

[0066] このように、本実施の形態の送信装置100においては、送信出力信号S30のレベルが小さく、高周波電力増幅器105において飽和動作あるいはスイッチング動作領域から外れる可能性がある場合、すなわち、電源電圧の変化に対する出力電力の線形性が悪化する可能性がある場合においても、高周波電力増幅器105を線形増幅器として動作させることにより、入力信号に対する出力信号の線形性を保ちつつ、出力電力制御範囲を広げることができる。

[0067] つまり、送信出力信号S30のレベルが比較的大きい場合は、高周波電力増幅器105を非線形増幅器として用いて高周波電力増幅器105に印加される電源電圧でベースバンド振幅変調信号S2に基づく瞬時振幅制御と利得制御信号S12に基づく平均出力レベル制御を行い、送信出力信号S30のレベルが比較的小さい場合は、高周波電力増幅器105を線形増幅器として用い、かつ高周波電力増幅器105の前段に設けられた可変利得増幅部201で瞬時振幅制御および平均出力レベル制御を行うようにしたことにより、広い範囲にわたって送信出力信号S30のレベルを制御することができる。

[0068] また、高周波電力増幅器105が非線形動作時に、利得制御信号S12に応じて可変利得増幅器202の利得を制御して高周波位相変調信号S4のレベルを可変させたことにより、高周波電力増幅器105でのリーク電力を低減させることができるので、電源電圧による出力電力の制御範囲を拡大することができる。

[0069] （実施の形態2）

上述した実施の形態1では、可変利得増幅器203によって、ベースバンド振幅変調信号S2による瞬時振幅変動のみを与える場合について述べたが、本実施の形態では、可変利得増幅器203でベースバンド振幅変調信号S2による瞬時振幅変動に加えて平均信号レベルの制御を行う。

[0070] これを実現するための構成例を、図6に示す。図2との対応部分に同一符号を付して示す図6において、可変利得増幅部210は、加算器211でlog変換後のベースバンド振幅変調信号と利得制御信号2を加算する。これにより、可変利得増幅器203では、ベースバンド振幅変調信号S2による瞬時振幅変動と、利得制御信号2による平均信号レベル変動を与えることができる。このようにすると、平均信号レベル制御を可変利得増幅器202と可変利得増幅器203に割り振ることができるので、可変利得増幅器202の段数を削減することができ、回路規模を削減することができる。また利得制御信号に対して各可変利得増幅器の性能が限られている場合でも、利得制御信号に応じた十分にダイナミックレンジの広い増幅処理を行うことができるようになる。

[0071] また、図6では、可変利得増幅器202でも利得制御信号1に応じた平均信号レベル制御を行っているが、場合によっては可変利得増幅器203だけで、瞬時振幅制御と平均信号レベル制御を行うことができるようになるので、一段と回路規模を削減できる。

[0072] また実施の形態1及び本実施の形態では、D/A207によるデジタルーアナログ変換の前にリニアーlog変換を行う場合について述べたが、デジタルーアナログ変換の後にリニアーlog変換を行うようにしてもよい。

[0073] （実施の形態3）

図7に、上述した実施形態1、2の送信装置を適用した無線通信装置の構成を示す。無線通信装置300は、実施の形態1、2の送信装置を備えた送信処理部301と、受信信号に対して復調処理を含む受信処理を施す受信処理部302と、アンテナ304と、送信処理部301からアンテナ304へ送信信号を供給する状態とアンテナ304から受信処理部302への受信信号を供給する状態を切り替える送受切替部303と、を有する。

- [0074] 無線通信装置300は、例えば携帯電話機や、通信機能を備えた携帯情報端末等の携帯無線端末装置や、無線基地局等である。
- [0075] 無線通信装置300は、実施の形態1、2で示した送信装置100を送信処理部301に適用したことにより、携帯無線端末装置である場合には、高周波電力増幅器105が高出力電力時には非線形増幅器として動作することにより、電力効率が向上し、その分電池の消耗を防止でき、使用時間を延ばすことができる。また、高周波電力増幅器105は電力効率が向上された分、小型化でき、また、発熱量も低減できるため、これを搭載する携帯無線端末装置を小型化することもできる。
- [0076] また、無線通信装置300は、大電力の送信装置を複数設置する無線システムの基地局装置である場合には、高周波電力増幅器105の高出力電力時の電力効率が向上するため、高周波電力増幅器105を小型にできると共に発熱量を低減でき、この結果、設備の大型化を防止でき、スペース性を向上させることができる。
- [0077] なお、本発明は上記実施の形態に限定されることなく、その要旨を逸脱しない範囲において、具体的な構成、機能、作用、効果において、他の種々の形態によっても実施することができる。

産業上の利用可能性

- [0078] 本発明の送信装置及び無線通信装置は、電力効率が良好で、かつ送信出力電力の制御範囲が広い送信装置を実現することができ、携帯情報端末や無線基地局等の無線通信装置に適用して好適なものである。

請求の範囲

- [1] ポーラ変調方式を用いた送信装置であって、
 ベースバンド変調データをベースバンド振幅変調信号とベースバンド位相変調信号に分離する振幅位相分離部と、
 前記ベースバンド位相変調信号に基づいて高周波搬送波信号を変調して高周波位相変調信号を形成する位相変調部と、
 前記位相変調部の後段側に設けられ、前記高周波位相変調信号を増幅する可変利得増幅部と、
 前記可変利得増幅部の後段側に設けられ、前記可変利得増幅部によって増幅された高周波位相変調信号の電力を増幅する高周波電力増幅器と、
 を具備し、
 前記可変利得増幅部は、
 前記ベースバンド振幅変調信号をリニア－log変換するリニア－log変換回路と、
 前記リニア－log変換されたベースバンド振幅変調信号と、利得制御信号とに基づいて、前記高周波位相変調信号を増幅する可変利得増幅器と、
 を具備する送信装置。
- [2] 前記可変利得増幅部は、
 前記リニア－log変換回路によってリニア－log変換されたベースバンド振幅変調信号と、前記利得制御信号とを加算する加算回路を、さらに具備し、
 前記可変利得増幅器は、前記加算回路による加算後の信号に基づいて、前記高周波位相変調信号を増幅する
 請求項1に記載の送信装置。
- [3] 前記高周波電力増幅器に、前記ベースバンド振幅変調信号及び前記利得制御信号に応じた電源電圧または所定の固定電源電圧を、第1及び第2の動作モードに応じて選択的に供給する電源電圧供給部を、さらに具備し、
 前記第1の動作モード時には、前記高周波電力増幅器に前記ベースバンド振幅変調信号及び前記利得制御信号に応じて変化させた電源電圧を供給して前記高周波電力増幅器を非線形増幅器として動作させることにより、前記高周波電力増幅器に

よって、前記ベースバンド振幅変調信号及び前記利得制御信号に応じた振幅変調を行い、

前記第2の動作モード時には、前記高周波電力増幅器に前記固定電源電圧を供給して前記高周波電力増幅器を線形増幅器として動作させ、前記可変利得増幅部によって、前記ベースバンド振幅変調信号及び前記利得制御信号に応じた振幅変調を行う

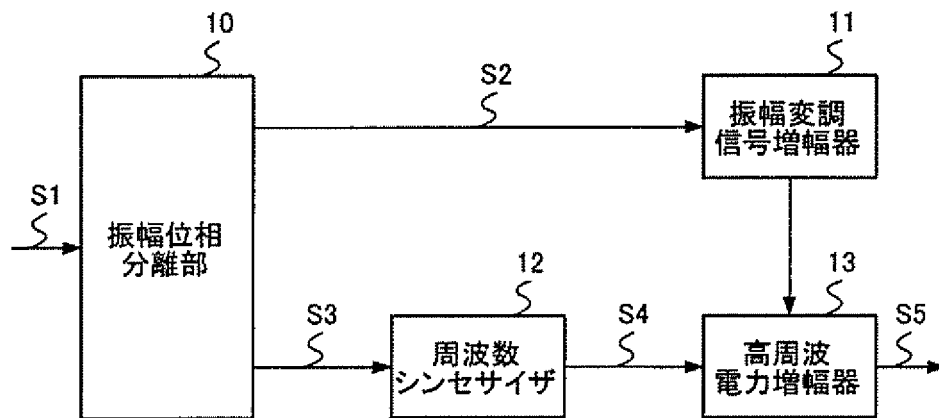
請求項1に記載の送信装置。

- [4] 請求項1に記載の送信装置を有する送信処理部と、
受信信号を復調する受信処理部と、
アンテナと、
前記送信処理部から前記アンテナへの送信信号の供給と、前記アンテナから前記受信処理部への受信信号の供給とを切り替える送受切替部と、
を具備する無線通信装置。

要 約 書

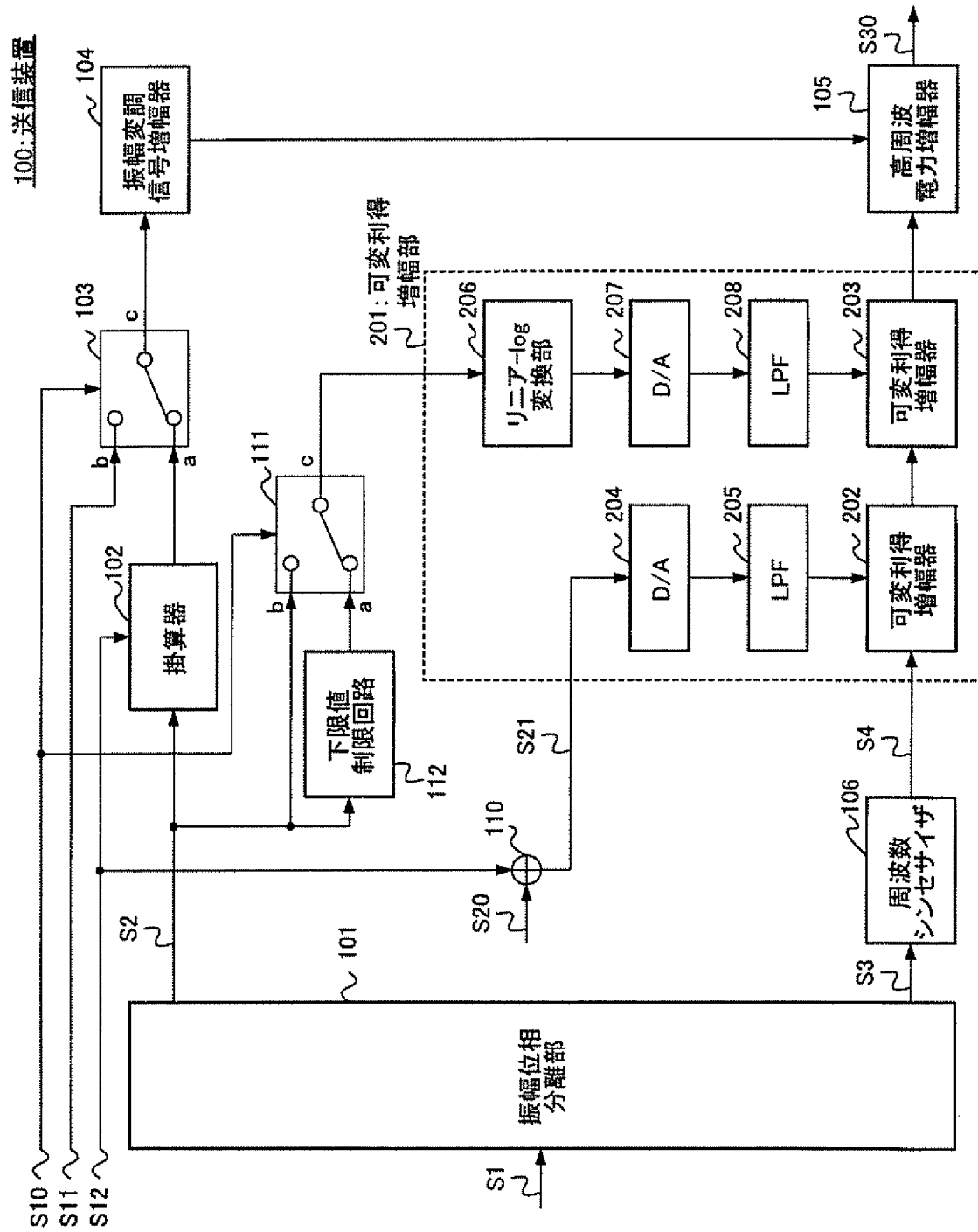
電力効率が良好で、かつ送信出力電力の制御範囲が広い送信装置を提示する。ベースバンド振幅変調信号(S2)と利得制御信号(S12)とに応じて高周波位相変調信号(S4)の振幅を変化させる高周波電力増幅器(105)の前段側に、ベースバンド振幅変調信号(S2)と利得制御信号(S12)とに応じて高周波位相変調信号(S4)の振幅を変化させる可変利得増幅部(201)を設け、ベースバンド振幅変調信号(S2)をリニア-log変換部(206)を介して可変利得増幅器(203)に供給するようにする。

[図1]

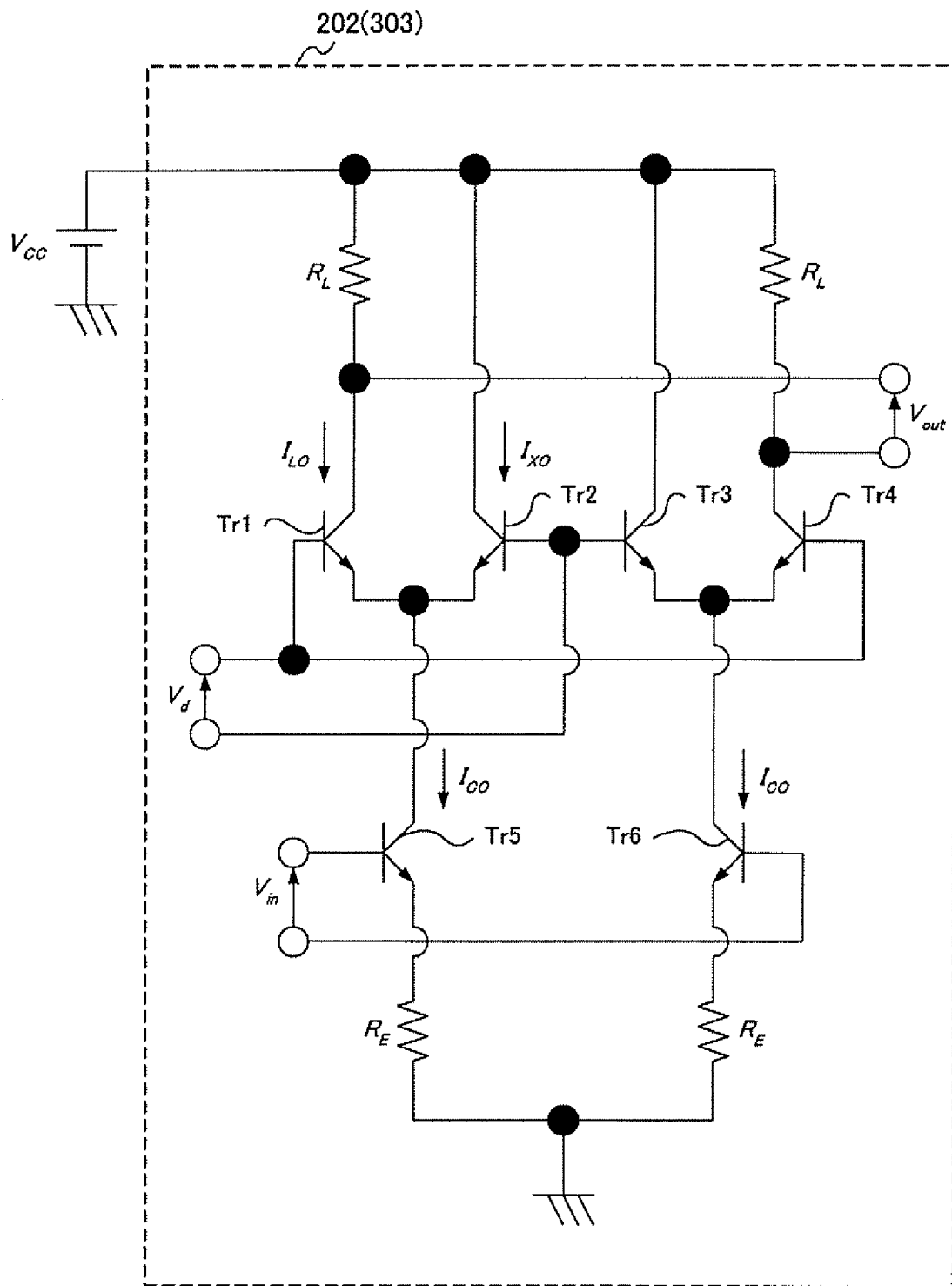


(PRIOR ART)

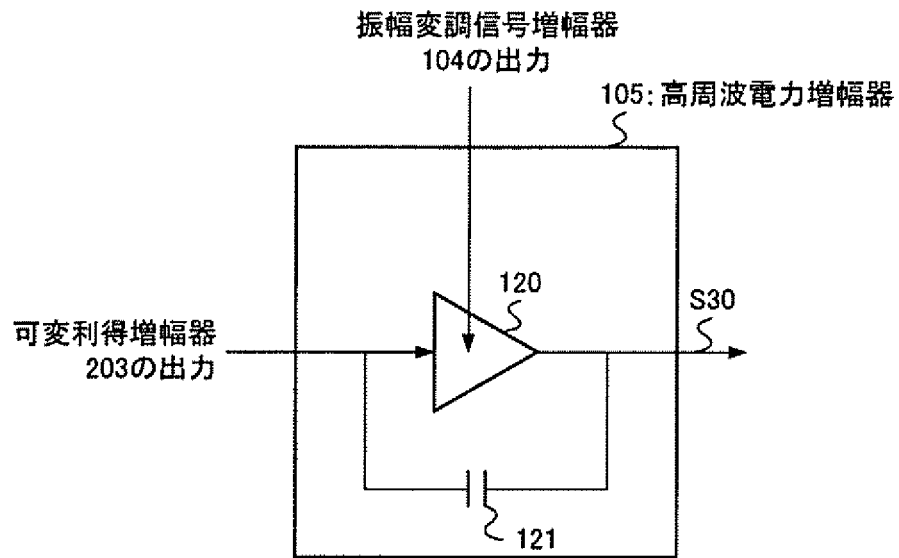
[図2]



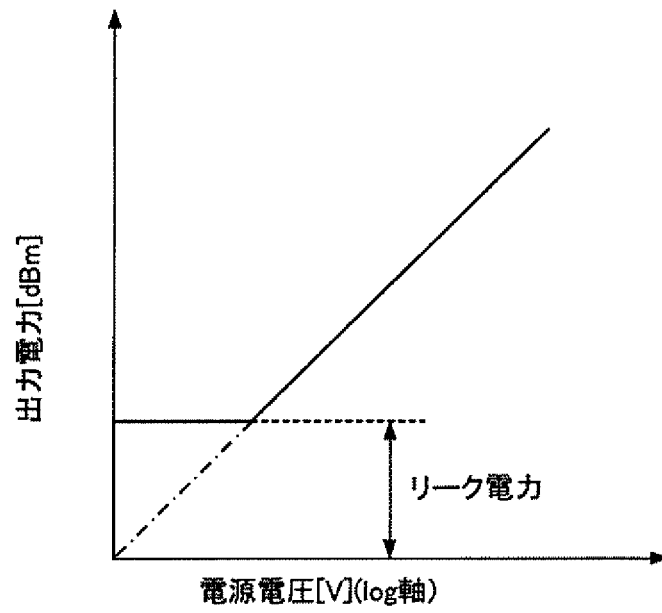
[図3]



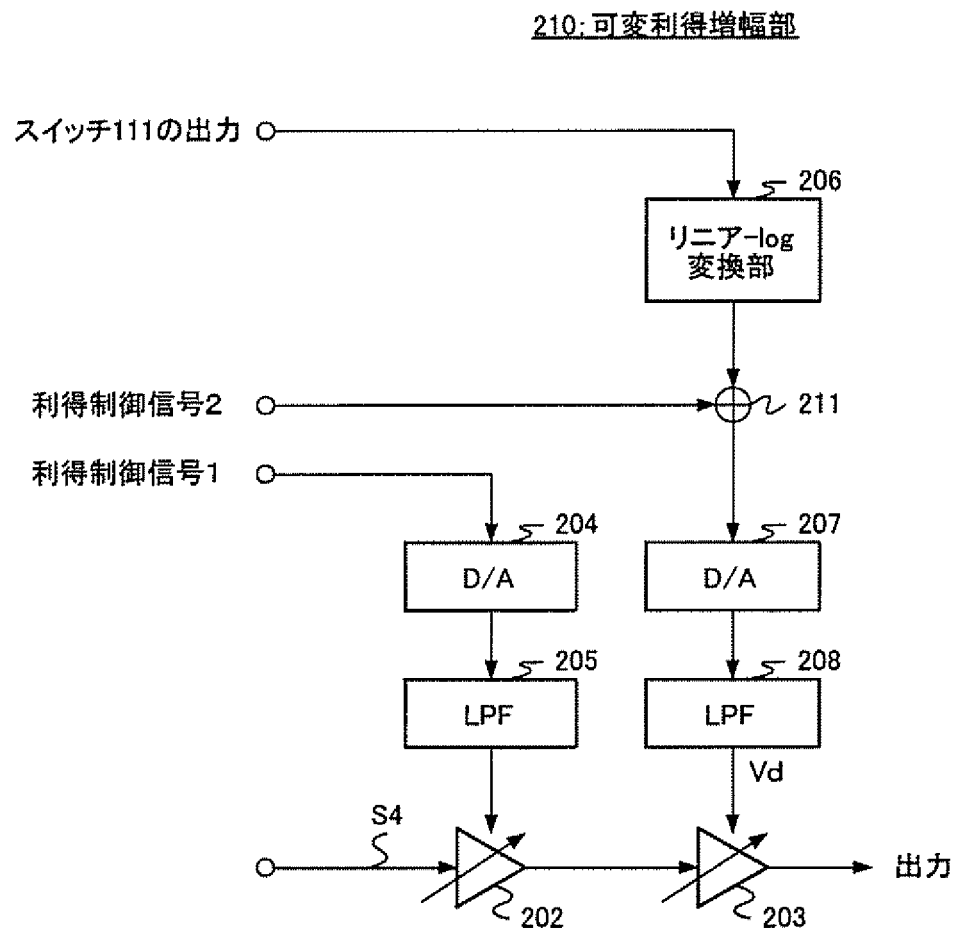
[図4]



[図5]



[図6]



[図7]

300:無線通信装置